

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-141328

⑤ Int.Cl.⁴
G 01 L 13/06

識別記号 庁内整理番号
R-7507-2F

④ 公開 平成1年(1989)6月2日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 差圧伝送器

⑯ 特 願 昭62-297629

⑰ 出 願 昭62(1987)11月27日

⑱ 発 明 者 嶋 田 智 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 鷗 飼 征 一 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 発 明 者 清 水 康 司 茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立製作所那珂工場内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

差圧伝送器

2. 特許請求の範囲

1. 半導体からなるセンサ基板とこれを固着する固定台とからなり、両者の縦弾性係数の違いを利用して流体の差圧を検知する差圧伝送器において、上記センサ基板の片面又は両面を加工して基板の一部をその周囲より薄くすることによりその部分に静水圧負荷によるピーク応力を生じさせ、その部分に形成した半導体ゲージ抵抗の変化を検知することを特徴とする差圧伝送器。
2. 半導体からなるセンサ基板とこれを固着する固定台とからなり、両者の縦弾性係数の違いを利用して流体の差圧を検知する差圧伝送器において、上記センサ基板の薄片部に差圧検知センサ部を形成し、薄片部の片面又は両面を加工して基板の一部をその周囲より薄くすることによりその部分に静水圧負荷によるピーク応力を生じさせて半導体ゲージ抵抗変化を検知する静水

圧検知センサを形成し、上記差圧検知センサと上記静水圧検知センサとの間のセンサ基板に溝を設けて両者のクロストークをなくすことを特徴とする差圧伝送器。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、流量を差圧の形で検出する差圧伝送器に係り、特に、静圧補正を行うのに好適な差圧伝送器に関する。

〔従来の技術〕

従来の差圧伝送器は、特開昭58-120142号公報、特開昭60-61637号公報、特開昭61-56465号公報、および実開昭58-167432号公報に記載のように、差圧を検出するためのダイヤフラムと同一チップ上の肉厚部に設けた半導体ゲージを利用して静圧を検知していた。しかし、この構造では差圧と静圧検知ゲージ間のクロストークが大きいため静圧誤差補償が難しく、差圧伝送器の高精度化を妨げる一要因となっていた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

差圧と温度とを検出するようにした差圧センサには多くの例が見られる。第4図は前記特開昭60-61637号公報に示されるように現在用いられている差圧伝送器の原理構造の一例を示す縦断面図である。シリコンダイアフラム1の薄肉部1A上には差圧 ΔP に感応する半導体ゲージ抵抗群2が、また、固定厚肉部1Bには温度に感応する半導体ゲージ抵抗3がそれぞれ拡散法で形成してある。これらのゲージ抵抗は高い静圧Pには不感応に作られており、それぞれ筐体4に設けた耐圧気密端子5からリード線群6を介して外部回路に接続してある。したがって、半導体ゲージ抵抗群2から差圧 ΔP 、また、半導体ゲージ抵抗3から温度Tに比例する信号を得て、外部回路からは温度補償された差圧信号を得ることができる。

しかし、差圧伝送器のシリコンダイアフラム1の両側に加わる静圧Pは、通常100気圧以上と高いため、両側の室7A、7B内の封入液の収縮量の不整や筐体4の変形がシリコンダイアフラム1を変形させるので、それにともない半導体ゲ

ージ抵抗群2の抵抗値が変化する。したがって、差圧による信号に静圧による信号が疊せられ、正確な差圧信号を出力できなくなる。すなわち、静圧影響を受け、誤差を生ずる結果となる。この静圧誤差を防止するためには、室7A、7Bの封入液の液量を厳密に一致させたり、筐体4を静圧Pによつて変形しないように剛性の大きいものとしなければならず、設計、製作上の大きな制約となり、差圧伝送器の小形化、低コスト化の障害となつていた。

本発明の目的は、この欠点を改善するもので静圧検出用のゲージを別に設け、静圧影響を補正する差圧伝送器を提供することにある。特に、出力が大きい高感度な静圧検出部とクロストークの少ない複合センサを実現することである。

(問題点を解決するための手段)

本発明の原理は、シリコン板とガラス板のように弾性係数の異なる部材の複合体に静圧を加えたとき生じる変形を、シリコン板上に拡散したピエゾ抵抗素子により電気信号として検出するもので

ある。特に、上記シリコン板の一部に切欠き状の溝を形成して応力集中部を構成し、ここにピエゾ抵抗素子を設けて大きい抵抗変化を得ることにより達成される。また、シリコン板上に設ける差圧検出用ゲージ部と静圧検出用ゲージ部を構造的に分離することにより達成される。

〔作用〕

第1図により本発明の作用を説明する。センサ基板であるシリコン等の単結晶板8の一部に所面が三角形の溝9を形成し、薄肉部上面にピエゾ抵抗素子10を形成する。この単結晶板8を弾性率の異なる材料、例えば固定台である珪酸ガラス11に接着固定する。全体に静圧Pが加わると単結晶板8とガラス台11は全面に静圧Pに等しい圧縮応力を受けるが、弾性率の差によりガラス板11の方が大きく変形する。両者は接着されているため、単結晶板8はガラス板11の圧縮変形により上に凸状の変形を生じる。単結晶板8上面の応力 σ は同図、(a)のようになり、特に、切欠効果によつて薄肉部には局大値を生じる。しかし、

実際には繰返し負荷が加えられても破壊しない適切な応力レベルに設計される。この部分には同図(b)に示すようにG1~G4の半導体ピエゾ抵抗ゲージが形成されている。例えばシリコン単結晶板8の結晶方向を縦横に<110>結晶方向とすればP形素子で次式のような抵抗変化 ΔR を生じる。

$$\Delta R \approx R \cdot \frac{\pi_{44}}{2} (\sigma_{\parallel} - \sigma_{\perp}) \quad (1)$$

ここでR：基準となる抵抗値

π_{44} ：剪断のピエゾ抵抗係数

σ_{\parallel} ：静圧によつて生じる長手方向の応力

σ_{\perp} ：横方向の応力

ピエゾ抵抗ゲージG1、G4とG2、G3とは反対符号の抵抗変化を生じる故、これらをブリッジに組むことにより静圧に比例した大きい出力電圧が得られる。そして、4個のピエゾ抵抗ゲージG1~G4は半導体プロセスによつて一度に拡散形成される故、抵抗温度係数差が極めて少なく、このため周囲温度の変化に伴う出力電圧変化は小さい。従つて、温度とは独立に静圧に比例した大

きい出力電圧が得られる。

本発明では、さらに、例えば、第2図に示すように、センサ基板の一部に離間用の溝を形成して、差圧検出用ゲージ部と静圧検出用ゲージ部を分離したので、クロストークの少ない正確な静圧検出が可能になる。

〔実施例〕

以下本発明を第2図～第3図に示した実施例を用いて詳細に説明する。

第2図は本発明の複合機能形差圧センサの原理構造の一実施例を示す縦断面図で、半導体ゲージ型差圧伝送器の場合を示してある。第2図において、シリコン単結晶板で作った差圧を検出するシリコンダイアフラム1の固定厚肉部1Bは筐体4に図示のように気密固定してある。筐体4に設けたガラス耐圧気密端子5は、ゲージ抵抗から信号をリード線6を通して外部へ取り出すものである。筐体4の両側にはシールドダイアフラム12A、12Bがその外周部で気密に固着しており、シリコンダイアフラム1で2分された室7A、7B内

にはシリコン油などの封入液が封入してある。

13A、13Bは差圧及び静圧センサに差圧 Δp 、静圧Pを加えるための筐体4を挟むフランジである。

薄肉のシリコンダイアフラム1は両側の室7A、7B内の封入液の圧力差、すなわち、差圧 Δp に応じて変形するようにしてあり、薄肉部上には、その変形を電気信号に変換する差圧検出用半導体ゲージ抵抗群14を拡散により形成し、さらに、薄膜リード端子14aを蒸着してある。また、外周固定厚肉部の上面に温度検出用半導体ゲージ抵抗15を拡散により形成し、さらに、薄膜リード端子15aを蒸着してある。

なお、(100)面のシリコン単結晶板にP形の不純物であるボロンを拡散してゲージ抵抗を形成する場合には、ピエゾ抵抗係数がほぼ零となる<100>軸に沿ってゲージ抵抗を配列するようにすれば、変形が伝達されても、それらは電気信号としてあらわれないようになるので、温度検出用半導体ゲージ抵抗15は、このようにして形成し

てある。

なお、シリコンダイアフラム1を固着する台16は、シリコンに近い熱膨張係数を持つパイレックスガラスなどの材料で作つてある。これを固定するポスト17は同じ理由でFe・Ni合金で作る一部が筐体4に溶接されている。ポスト17はシリコンダイアフラム1を作る単結晶板とほぼ同じ直径とすることによりガラス基板16の静圧による変形を抑制し、シリコンダイアフラム1上に形成したピエゾ抵抗ゲージの抵抗変化を防ぐ。ガラス基板16の下部には静圧検出用センサ18が固着されている。その一部には溝19を加工して薄肉部を形成してあり、薄肉部の上面に静圧検出用ピエゾゲージ抵抗20を拡散により形成し、さらに、薄膜リード端子20aを蒸着してある。静圧検出用センサ18は、差圧検出用ダイアフラム1と深い溝29で離間された構成となつている故、互いの変形は独立であり、差圧と静圧信号との間にクロストークが生じない。静圧センサ18の作用は第1図で詳細に説明したように、ピエゾ

抵抗ゲージ20は静圧によつて大きい出力信号を取出せる。また、溝19は応力増大機能をもつが、この部分はトンネル状となつて中にはシリコン油が導通している故、差圧 Δp には感応しないので、第1図で説明した静圧による変形のみに感応する。

第3図は本発明の複合機能形差圧センサの検出信号処理フローの一実施例を示す構成図である。差圧検出用ダイアフラム1の両側にそれぞれ圧力P、 $(P + \Delta p)$ が加わると、差圧検出用ゲージ抵抗群14は差圧 Δp を検出し、その信号はリード端子14a、14bを経てA-D変換器21に入力する。一方、薄肉部の静圧検出用半導体ゲージ抵抗20は静圧Pを検出し、また、薄肉部の温度検出用半導体ゲージ抵抗15は温度Tを検出し、それぞれの信号は、リード端子20a、リード線20bおよびリード端子15a、リード線15bを経てそれぞれA-D変換器21に入力する。A-D変換器21は、必要であれば所定の信号レベルに増幅した後、これらの信号をA-D変換してCPU22に与え、CPU22で所要の演算を行

い、CPU 22から静圧Pの影響が除去され、かつ、温度Tによる影響を補正した差圧 Δp のみに正確に比例した差圧信号を送出する。23はCPU 22での演算に必要なデータや演算プログラムを記憶させてあるメモリである。上記差圧信号を表示装置24に表示され、また、D-A変換器25でD-A変換後他へ伝送される。なお、別の切換装置を設けることにより、差圧 Δp のみに正確に比例した差圧信号のほか、静圧Pや温度Tに比例した信号の表示、伝送を行うようにしてもよいことはいうまでもない。さらに、差圧信号の外乱補正を行うようにしてもよい。

第5図は第2図の変形例を示す。本例は離間溝29Aがシリコン単結板1の一部に止まっている。この構造でも差圧検知用ピエゾ抵抗ゲージ14と静圧検出用ピエゾ抵抗ゲージ20のクロストークはかなり小さくなる。離間溝を深くすれば小さくなり0.2mmの場合、溝がない構造に比べてクロストーク量は約1/5に減少する。この様な溝の加工は、ダイシングマシンでも加工できるが、

アルカリエツチングや酸エツチング等のような化学的手法の方がセンサへ与える加工歪や損傷が少なく好ましい。

第6図はさらに別の変形例を示す。本例は静圧センサ18を全く別に構成したものであり、差圧の影響はない。つまり、差圧センサ1と静圧センサ18はそれぞれ独立しており、静圧センサ18は、静圧だけに応じた出力が得られ両者のクロストークがない。従つて受圧部を含む差圧伝送器の静圧誤差補償が極めて単純になる。

上記した本発明の実施例によれば、

- (1) 筐体4の静圧Pによる変形などに起因する静圧誤差が完全に補正された差圧 Δp に比例した出力を得ることができる。
- (2) 周囲温度Tが変化すると、差圧 Δp や静圧Pを検出するゲージ抵抗14や20の特性が変化するが、温度検出用半導体ゲージ抵抗15の出力を用いて温度補償できるので、温度影響のない差圧 Δp のみに正確に比例した出力のほか、静圧Pに比例した出力を得ることができる。

(3) センサ基板の一部に離間用の溝を形成して、差圧検出用ゲージ部と静圧検出用ゲージ部を分離したので、差圧を検出するピエゾ抵抗ゲージは静圧による変化が小さく、静圧を検出するピエゾ抵抗ゲージは差圧による抵抗変化が小さい。すなわち、互いのクロストークが少ない故、より正確な補正が可能となり高精度な差圧伝送器を提供することができる。

(4) 各半導体ゲージ抵抗14、20、15は同一半導体プロセスによつて形成でき、また、センサ基板の薄肉加工は、半導体微細加工技術を用いれば容易に行うことができ、かつ、差圧センサの小形化が可能である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、温度影響が少なく小型で高感度の静圧検知ができる。また、差圧と静圧信号のクロストークが少ないセンサを得ることができるので、温度補償、静圧補償が容易となり高精度な差圧伝送器を提供することができる。

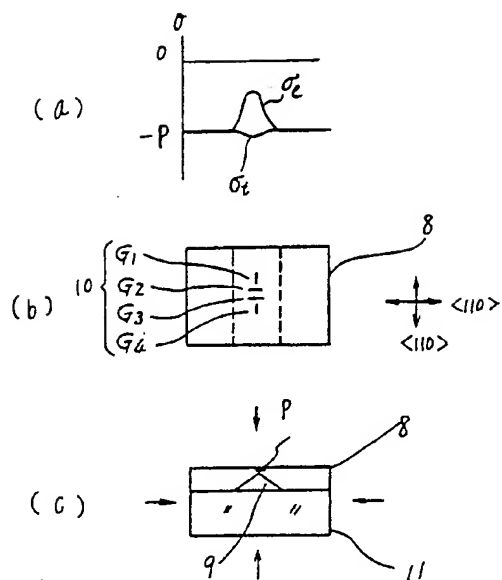
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の静水圧検知センサの原理構造図、第2図は本発明の複合機能形差圧センサの原理構造の一実施例を示す縦断面図、第3図は本発明の複合機能形差圧センサの検出信号処理フローの一実施例を示す構成図、第4図は従来の差圧伝送器の構成図、第5図および第6図はそれぞれ本発明の他の実施例を示す縦断面図である。

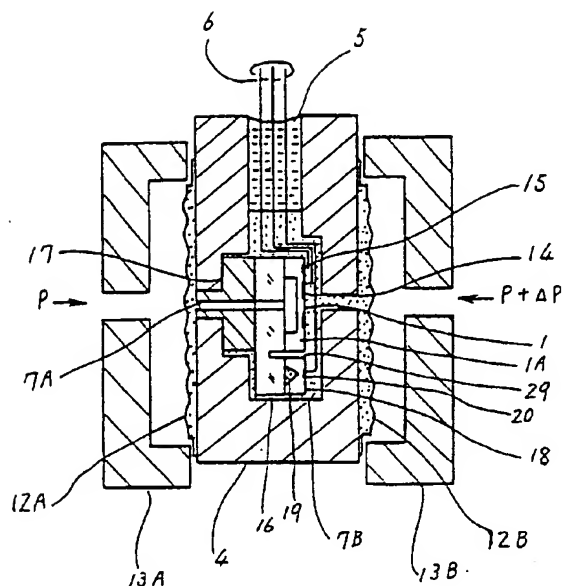
1…差圧ダイアフラム、4…筐体、12A、12B…シールダイアフラム、13A、13B…フランジ、15…温度検出ゲージ、16…固定台、17…ポスト、18…静圧センサ基板、19…3角溝、20…ゲージ抵抗、29…離間用溝。

代理人 弁理士 小川勝男

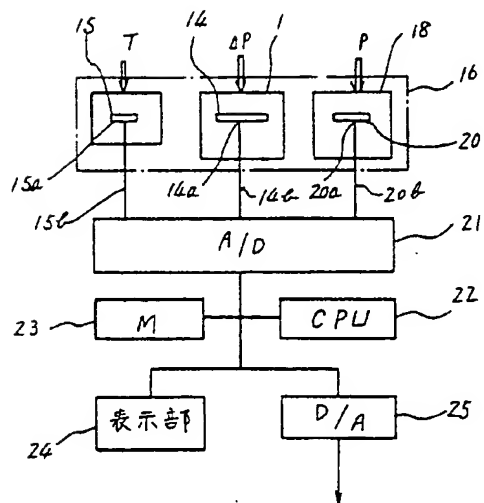
第1図



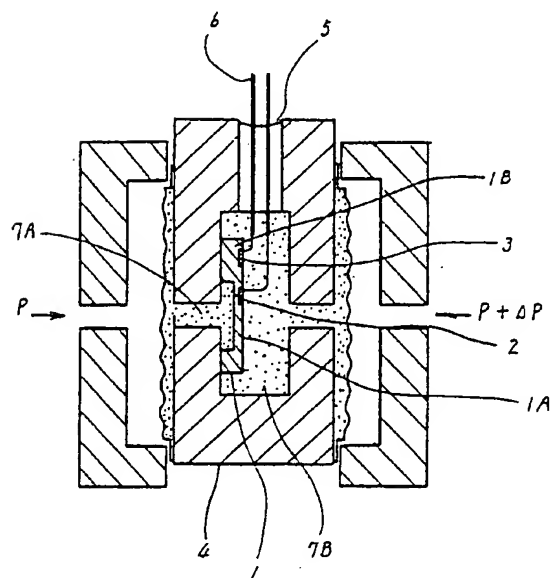
第2図



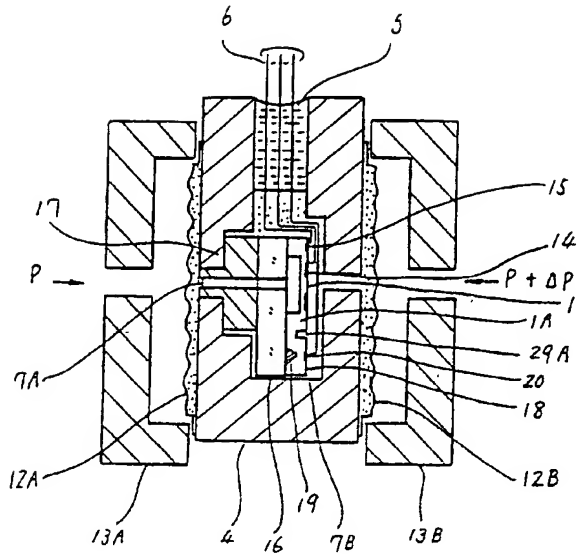
第3図



第4図



第5図



第6図

